



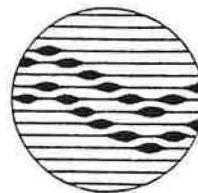
LABORATORIUM VOOR TOEGEPASTE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE

---

HYDROGEOLOGISCHE STUDIE EN BIJDRAGE TOT DE  
AFBAKENING VAN BESCHERMINGSZONES VAN ENKELE  
BRONGEBIEDEN IN DE STREEK VAN OUDENAARDE

87/58

HYDROGEOLOGISCHE STUDIE EN  
BIJDRAGE TOT DE AFBAKENING VAN  
BESCHERMINGSZONES VAN ENKELE  
BRONGEBIEDEN IN DE STREEK  
VAN OUDENAARDE



geologisch instituut S8  
krijgslaan 281  
B-9000 gent

telefoon 091/64 46 47  
fax 091/64 49 97

Opdrachtgevers

N.V. Brouwerij ROMAN	Stad OUDENAARDE
BVBA FONTANABRONNEN	Gemeente HOREBEKE
BVBA STRAALBRONNEN	Gemeente KLUISBERGEN
BVBA Brouwerij CLARYSSE	Gemeente MAARKEDAL

Leiding : Prof. Dr. W. DE BREUCK

Studie en verslag : Lic. D. DE SMET  
Lic. M. MAHAUDEN  
Dr. J.P. CNUDDÉ

Dossiernummer : TGO 87/58

Datum : mei 1992

**HYDROGEOLOGISCHE STUDIE EN BIJDRAGE TOT DE  
AFBAKENING VAN BESCHERMINGSZONES VAN ENKELE  
BRONGEBIEDEN IN DE STREEK VAN OUDENAARDE**

## INHOUD

1. Inleiding	1
2. Ligging en beschrijving van de onderzochte bronnen	2
2.1. Algemeen	2
2.2. De bronwaterwinning van de Stad Oudenaarde	2
2.3. De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A. Fontana	5
2.4. De bronwaterwinning van de N.V. Brouwerij Roman	7
2.5. De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A. Straalbronnen	7
2.6. De bronwaterwinning van de B.V.B.A. Brouwerij Clarysse	9
3. Geologie	11
3.1. Kwartair	11
3.1.1. Pleistoceen	11
3.2. Tertiair	11
3.2.1. Maldegemgroep (Boven-Eoceen)	14
3.2.1.1. Formatie van Maldegem (vroegere Ba)	14
3.2.2. Zennegroep (Midden-Eoceen)	15
3.2.2.1. Formatie van Lede (vroegere Le)	15
3.2.3. Iepergroep (Onder-Eoceen)	15
3.2.3.1. Formatie van Gent	15
3.2.3.1.1. Lid van Vlierzele (vroegere Pld)	15
3.2.3.1.2. Lid van Pittem (vroegere Plc)	15
3.3. Afschuiving	16
4. Hydrogeologie van de bronnen	17
4.1. Algemeen	17
4.2. Brongebied Volkegem-Mater	18
4.3. Brongebied Nukerke-Etikhove	18
4.4. Brongebied Zulzeke	19
5. Beschermingszones	20
5.1. Inleiding	20



5.2. Afbakening van het waterwingebied en de beschermingszones van de onderzochte bronnen	21
5.3. De kwetsbaarheidskaart van de brongebieden	32
5.4. Voorstellen voor beperkingen binnen de beschermingszones	34
5.4.1. Waterwingebied en beschermingszone type I	34
5.4.2. Beschermingszone type II (Bacteriologische beschermingszone)	34
5.4.3. Beschermingszone type III	36
6. Samenvattend besluit	38
Referenties	40

## 1. INLEIDING

In een brief daterend van 3 november 1988 vanwege de N.V. Brouwerij Roman, aan het Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (LTGH) van de Universiteit Gent bevestigde deze dat de B.V.B.A. Fontanabronnen, de B.V.B.A. Straalbronnen, de B.V.B.A. Brouwerij Clarysse en de N.V. Brouwerij Roman gezamenlijk bereid waren tot medefinanciering van een studie betreffende de bescherming van brongebieden in de Vlaamse Ardennen.

Het Oudenaards Stadsbestuur, samen met de gemeenten Horebeke, Kluisbergen en Maarkedal, gaf in januari 1990 het LTGH opdracht een studie uit te voeren betreffende de toestand en beschermingsmogelijkheden van de brongebieden in de Vlaamse Ardennen.

In deze studie zijn vervat : een gedetailleerde ligging en beschrijving van de onderzochte bronnen, een bespreking van de geologische en hydrogeologische achtergrond, verduidelijkt met doorsneden. In het bestek van de huidige wetgeving werden beschermingszones berekend. Omdat de wetgeving een lacune vertoont voor het speciale geval van bronwaterwinningen werd een alternatief voorstel gedaan voor het karteren van beschermingszones.

## 2. LIGGING EN BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOChte BRONNEN

### 2.1. Algemeen

Een bron is een plaatselijke, natuurlijke uitvloeijing van grondwater (J. STINY, 1933). Onder brongebied verstaat men in dit verslag het gebied dat begrensd wordt door een bronniveau en waarvan de oppervlakte het volledige voedingsgebied van de bronnen behelst.

Drie belangrijke brongebieden in de streek werden onderzocht. Het meest noordelijke werd het brongebied Volkegem-Mater genoemd. Meer zuidelijk bevindt zich het brongebied Nukerke-Etikhove. Het meest zuidelijke gebied is het brongebied Zulzeke. Voor de begrenzing van de brongebieden werd de kartografische grens genomen tussen het Lid van Pittem en het Lid van Vlierzele, waar de meeste bronnen ontspringen (zie 3) en waar nodig een waterscheidingskam. De ligging van deze brongebieden werd weergegeven op figuur 1.

### 2.2. De bronwaterwinning van de Stad Oudenaarde

De bronnen van de Stad Oudenaarde bevinden zich op de noordwestelijke flank van het brongebied Volkegem-Mater. De ligging van de bronnen is weergegeven op figuur 2.

Men onderscheidt een 8-tal winningen (tab. 1).

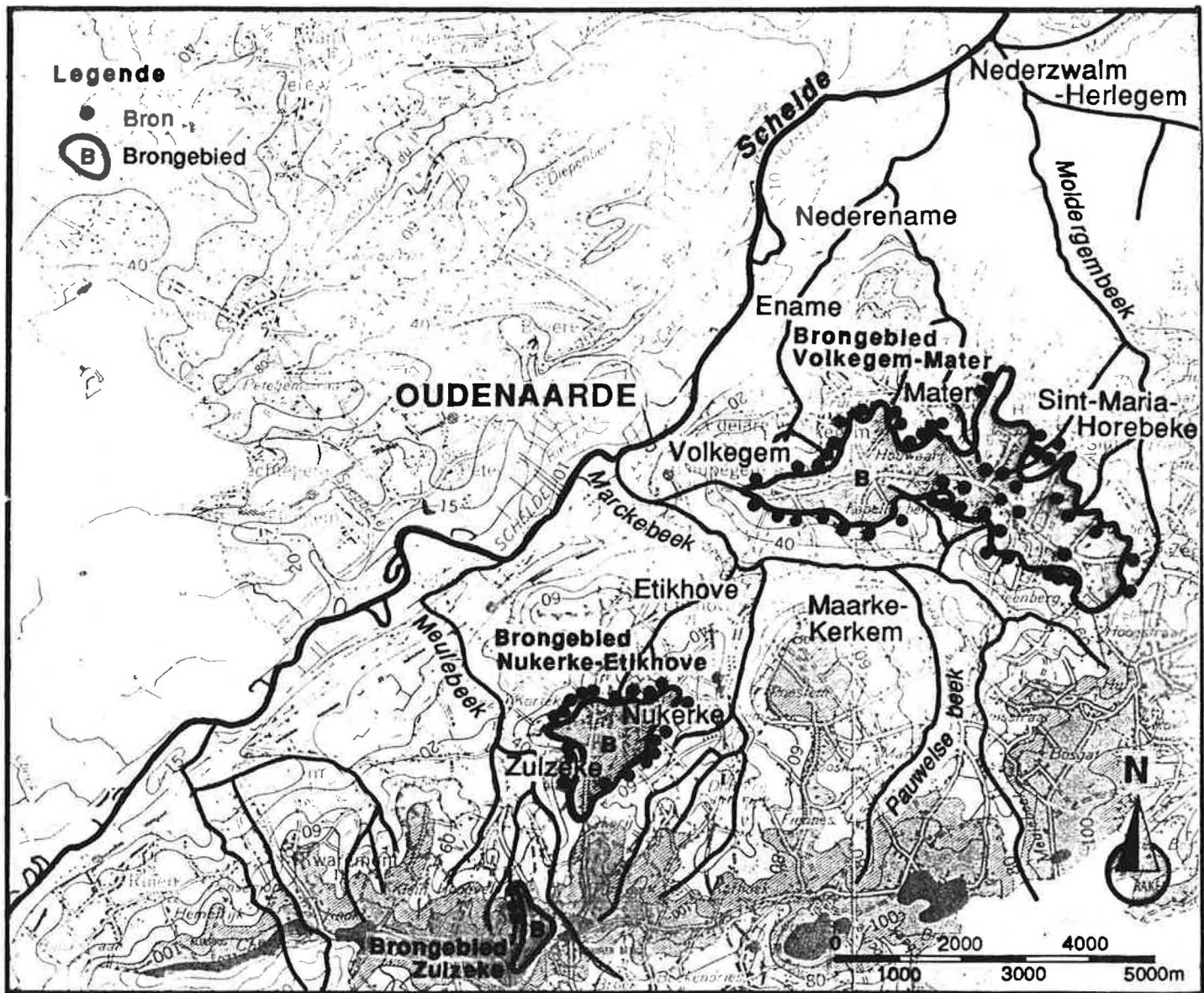


Fig. 1 - Situering van de brongebieden in het zuiden van Oost-Vlaanderen.



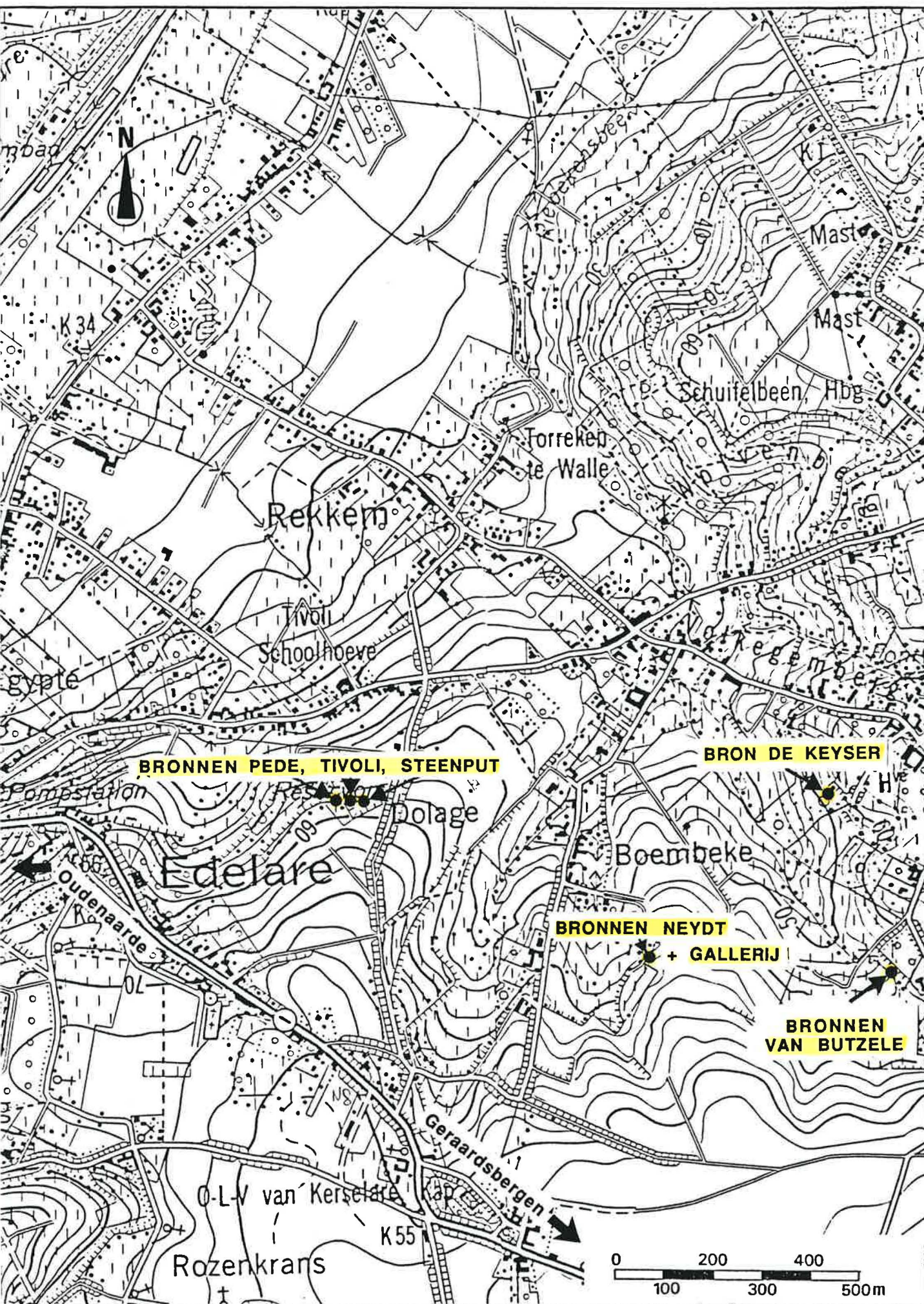


Fig. 2 - Ligging van de bronnen van de stad Oudenaarde.  
 (Uittreksel van de kaarten op schaal 1/10.000 van het NGI:  
 kaart 29/4 Oudenaarde, 2e editie 1977, kaart 30/1 Horebeke, 2e editie 1977)



Tabel 1. Bronwaterwinningen van de Stad Oudenaarde

Bron	peil
Van Butzele (groot en klein)	+58 <sup>1</sup>
De Keyser	+55
Neydt en de Gallerij	+61
Steenput	+54
Tivoli	+53
Pede	+54

Het water wordt steeds opgevangen in een gemetste put waarbij overtollig water via een overloop naar een beek wordt gevoerd. Al het bronwater van de verschillende winningen wordt naar een verzamelput gepompt nabij de bronnen Tivoli, Pede en Steenput en vandaar naar een pompstation van waaruit het verder wordt verdeeld.

### 2.3. De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A.

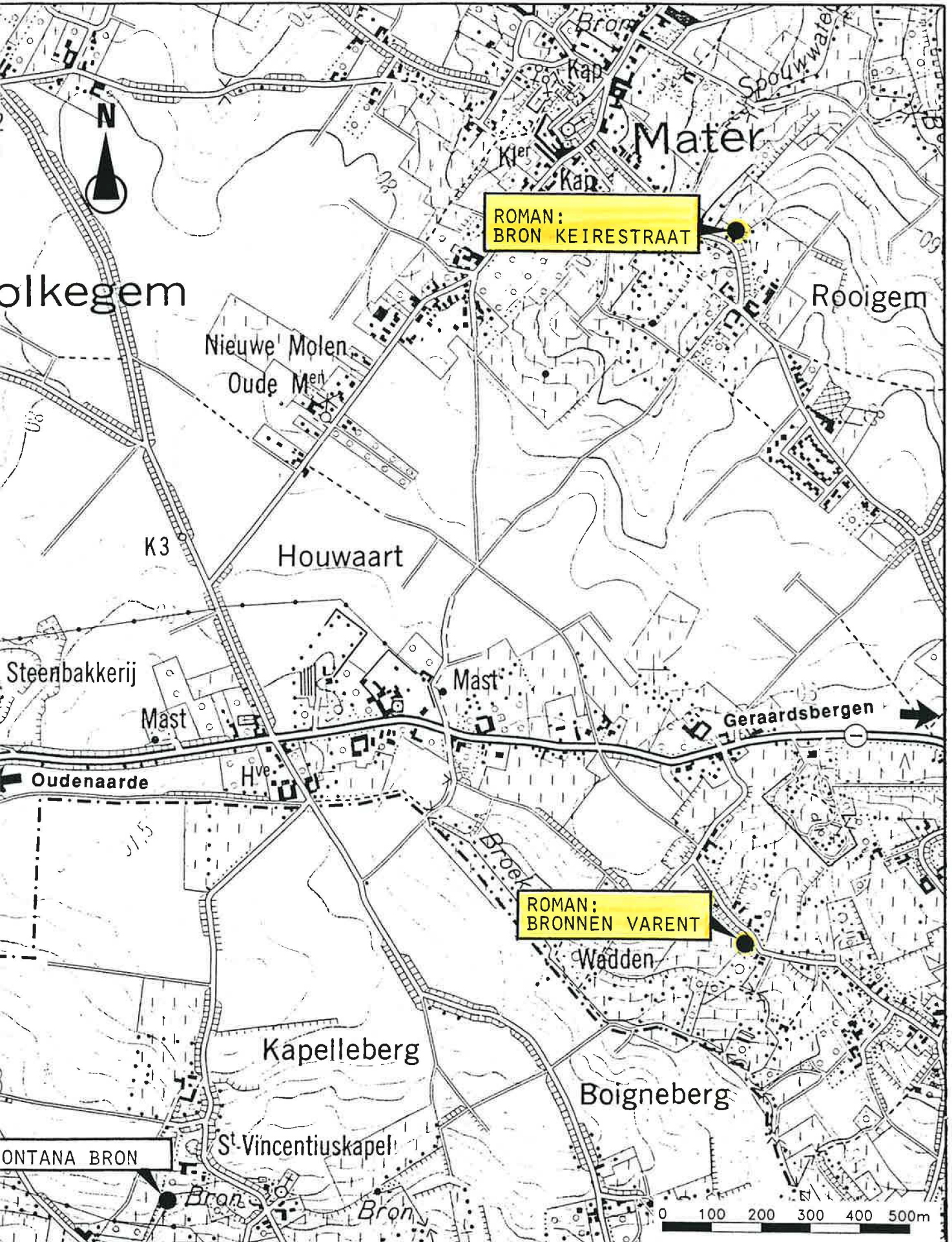
#### Fontana

De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A. Fontana bevindt zich op de zuidelijke flank van het brongebied Volkegem-Mater en meer bepaald op de Kapelleberg (Maarke-Kerkem), op het peil +62,5. De ligging is aangegeven op figuur 3.

Het bronwater wordt opgevangen in gemetste vergaarbakken. Van daaruit stroomt het via een leiding gravitair naar de fabriek. De fabriek bevindt zich ongeveer 800 m ten zuidoosten van de bron op het peil +55. Het teveel aan water stroomt weg via een overloop naar de Maarkebeek.

---

<sup>1</sup> Alle peilen in dit verslag zijn aangegeven ten opzichte van het referentievlak van de T.A.W. (Tweede Algemene Waterpassing van het Nationaal Geografisch Instituut).



3 - Ligging van de bronwaterwinningen van de N.V. Roman en de B.V.B.A. Fontana.  
(Uittreksel kaart NGI 30/1 Horebeke, 2e editie 1977)

#### 2.4. De bronwaterwinning van de N.V. Brouwerij Roman

De N.V. Brouwerij Roman maakt gebruik van 2 bronwaterwinningen, beide gelegen in het brongebied Volkegem-Mater. Hun ligging is aangeduid op figuur 3.

Een eerste winning bevindt zich op de noordelijke flank van bovengenoemd brongebied langs de Keirestraat te Mater, op het peil +65. Men vangt hier het grondwater op dat de bronnen van de Spouwwaterbeek voedt.

Een tweede winning bevindt zich op de zuidelijke flank van bovengenoemd brongebied op de Varent (Mater), op het peil +70. Het water van een aantal bronnetjes wordt opgevangen in putten, die overlopen in een centrale put. Het teveel loopt weg in een beek langs de kant van de weg.

Het water van beide winningen wordt via ondergrondse leidingen naar het bedrijf gepompt. Hiervoor zijn krachtige pompinstallaties nodig; de brouwerij bevindt zich immers op het peil +102,5.

#### 2.5. De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A. Straalbronnen

De bronwaterwinning van het frisdrankbedrijf B.V.B.A. Straalbronnen bevindt zich op de noordelijke flank van het brongebied Nukerke-Etikhove, op de grens van de deelgemeenten Etikhove en Nukerke (Maarkedal), op het peil + 67,5. De ligging van de winning is aangeduid op figuur 4.

Op een viertal plaatsen in de kelderruimte van en naast een nabijgelegen boerderij wordt het grondwater in een put opgevangen. Van daaruit stroomt het dan gravitair naar twee verzamelputten, waaruit het water opgepompt wordt naar het nabijgelegen frisdrankbedrijf.



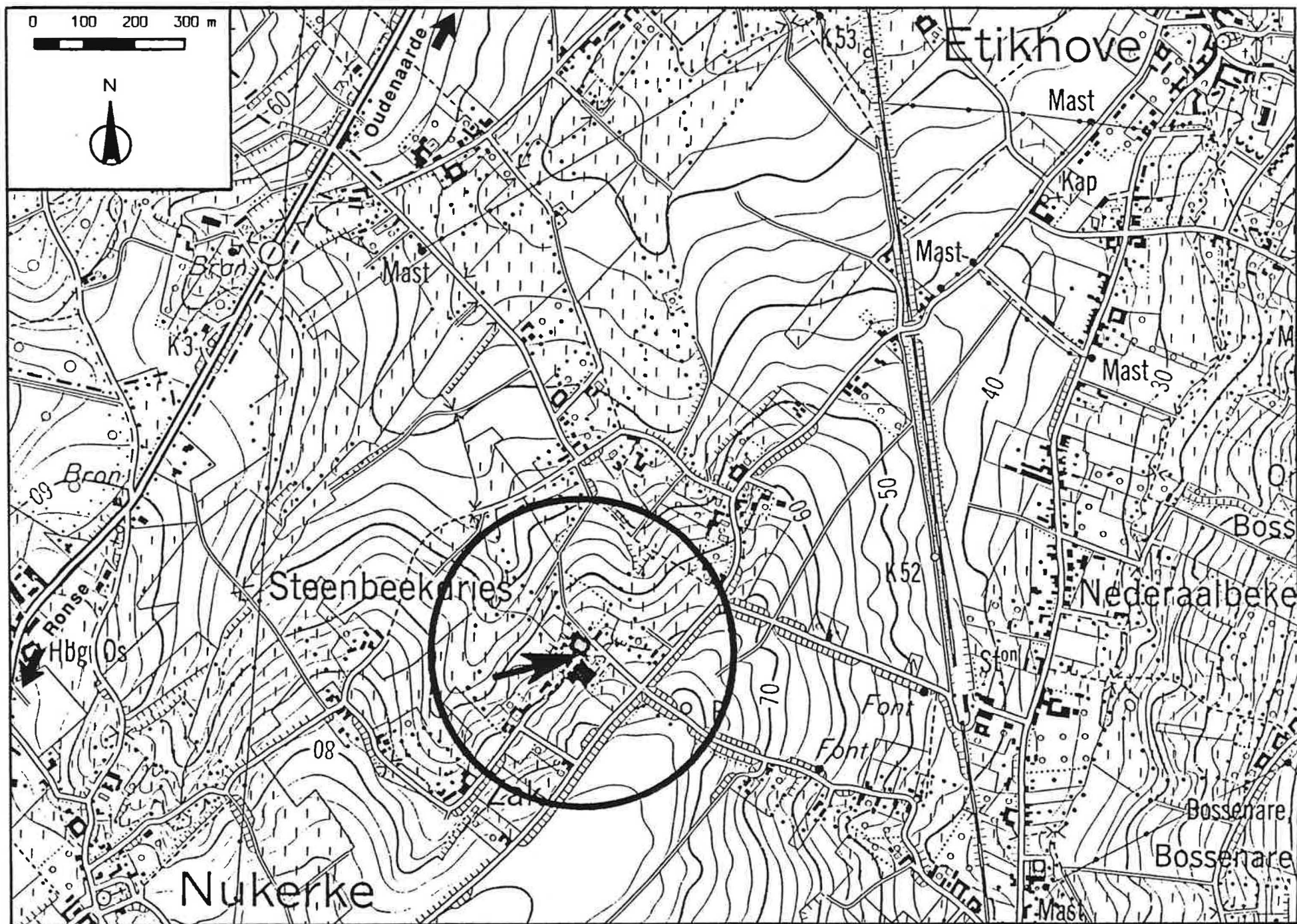


Fig. 4 - Ligging van de bronwaterwinning van de B.V.B.A. Straalbronnen. (Uittreksel kaart NGI 29/8 Ronse, 2e editie 1977)

## 2.6. De bronwaterwinning van de B.V.B.A. Brouwerij Clarysse

De bronwaterwinning van de B.V.B.A. Brouwerij Clarysse bevindt zich op de steile westelijke flank van het brongebied Zulzeke, op het peil +89 (zie fig. 5).

De bron wordt opgevangen in een gemetste put; het teveel vloeit weg via een overloop naar een poel. Het opgevangen bronwater wordt opgepompt naar een opslagtank in een hogergelegen gebouw, van waaruit het verder kan ingeschakeld worden in het produktieproces. De bron, bekend onder de benaming Colinabron is eigendom van de B.V.B.A. Brouwerij Clarysse.





fig. 5 - Ligging van de Colinabron. (Winning van de B.V.B.A. Clarysse)  
(Uittreksel kaart NGI 29/8 Ronse, 2e editie 1977)



### 3. GEOLOGIE

Steunend op de beschikbare gegevens worden de voor deze studie belangrijke geologische lagen (van jong naar oud) hieronder besproken. De verschillende aspecten van de geologie voor de brongebieden zijn geïllustreerd met doorsneden (fig. 6 en 7).

#### 3.1. Kwartair

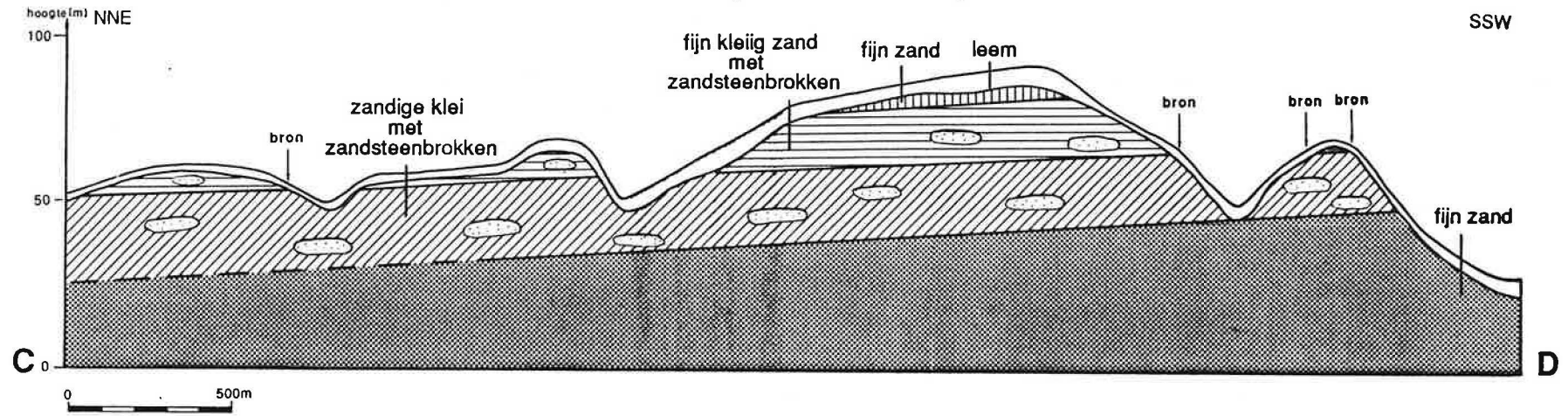
##### 3.1.1. Pleistoceen

In de Vlaamse Ardennen werd gedurende deze periode vooral leem afgezet. De leemlaag is aanzienlijk in gebieden met vlak of concaaf reliëf (brede plateaus, valleien), maar dun in gebieden met convex reliëf (heuvels, plateauranden). Daarenboven is ze in heuvelige gebieden asymmetrisch ontwikkeld : dik op de zachte hellingen gekeerd naar het oosten of het noorden, dun op de steile hellingen gekeerd naar het westen of het zuiden.

#### 3.2. Tertiair

De tertiaire lagen duiken met een lichte helling naar het NNE. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de oude en nieuwe lithostratigrafie van de hier beschreven tertiaire lagen.

# NNE-SSW coupe door het waterwingebied



## Legende

- Kwartair
- Formatie van Lede (Lē)
- Lid van Vlierzele (P1d)
- Lid van Pittem (P1c)
- Lid van Egem (Yd)

-12-

# WNW-ESE coupe door het waterwingebied

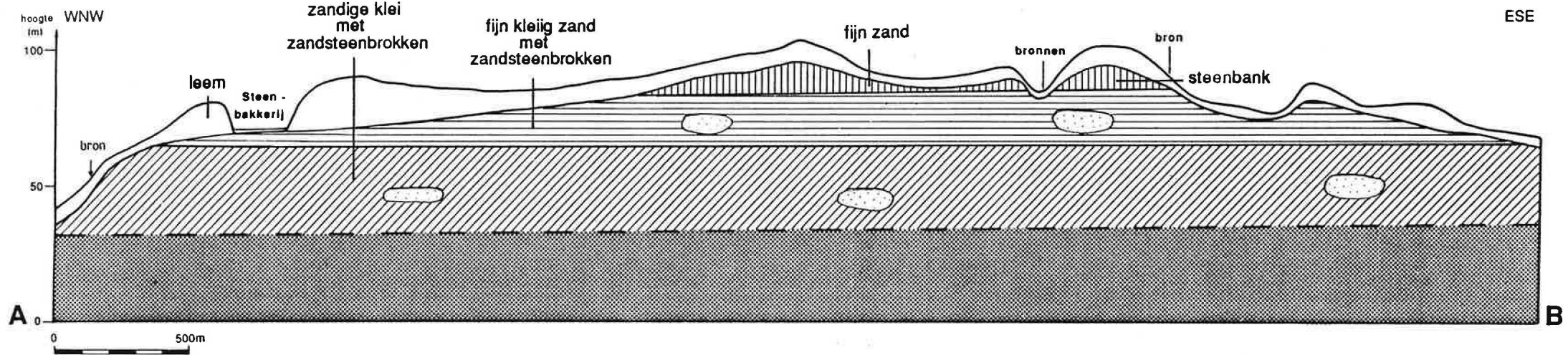


Fig. 6 - Geologische doorsneden ter hoogte van het brongebied Volkegem-Mater. (Ligging zie fig. 13)

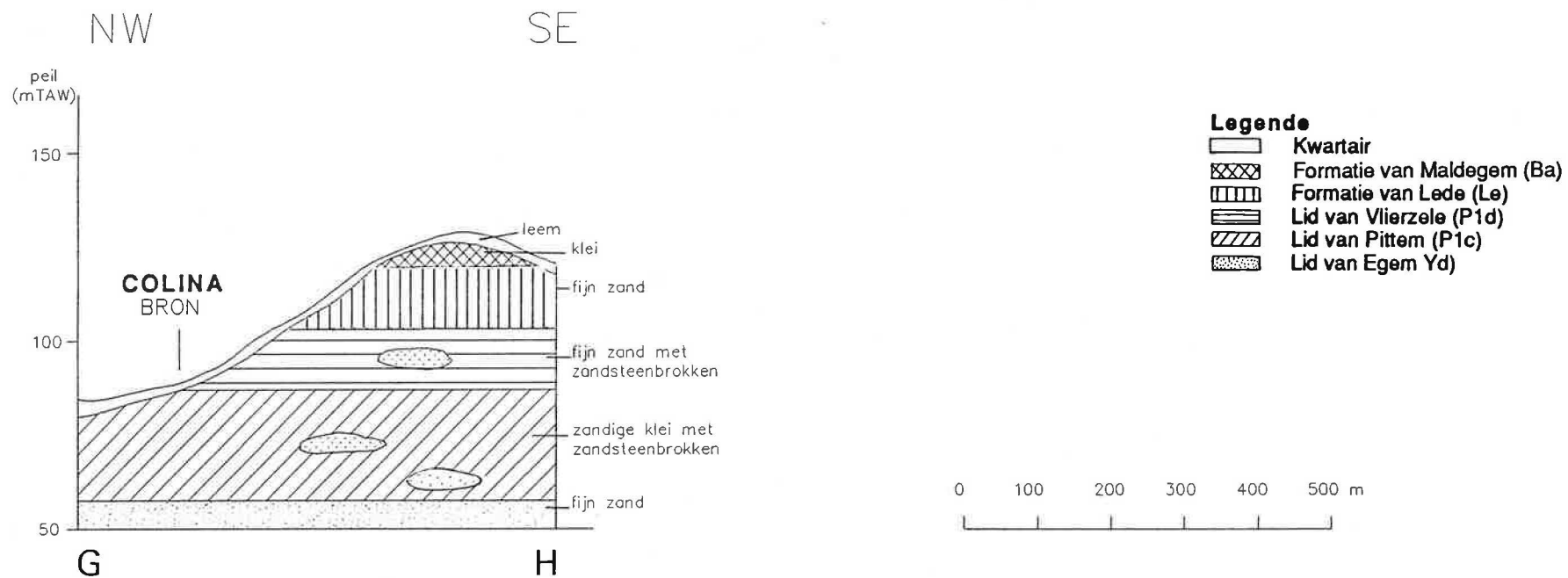
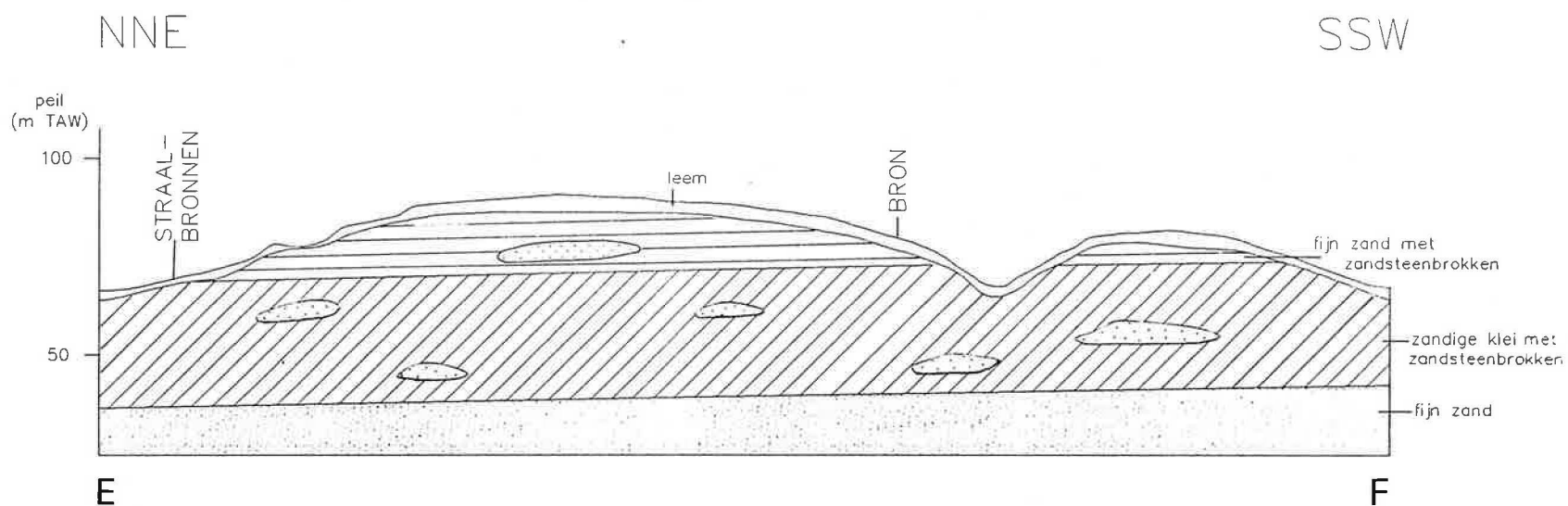


Fig. 7 - Geologische doorsneden ter hoogte van het brongebied Nukerke-Etikhove (EF) en Zulzeke (GH). (Ligging zie fig.14 en 15)

Tabel 2. Overzichtstabel van de oude en nieuwe tertiaire lithostratigraphie

Recente benaming	Geologische kaart (1/40.000) (1900)	Stratigrafisch Register (1929,1931)	Andere benamingen
Ieper Groep			
1. Formatie van Tielt			
1.1. Lid van Egem	Ieperiaan Y <sub>a</sub> (z.g. siltige topzone)	Ieperiaan Y <sub>1b</sub>	Zand van Vorst, van Mons- en Pévèle, van Ledeberg, van Peissant
2. Formatie van Gent	Paniseliaan P <sub>1</sub>	Boven-Ieperiaan Y <sub>2</sub>	
2.1. Lid van Pitten	Paniseliaan P <sub>1c</sub>	Boven-Ieperiaan Y <sub>2</sub> (P.P.)	Zandige klei van Anderlecht
2.2. Lid van Vlierzele	Paniseliaan P <sub>1d</sub> (P <sub>1n</sub> )	Boven-Ieperiaan Y <sub>2</sub> (P.P.)	Zand van Vlierzele
Zenne Groep			
1. Formatie van Lede	Lakeniaan (Lk)+ Lediaan (Le)	Lédien	Laekenien (Dumont, 1851), Laekenien + Weumelien (Rutot en Vincent, 1878), Zanden met Nummulites variolaris (Mourlon en Vincent, 1887)
Maldegem Groep			
1. Formatie van Maldegem	Asschien (As)+ Tongrien	Bartoniaan (Bar.)	

### 3.2.1. Maldegem Groep (Boven-Eoceen)

#### 3.2.1.1. Formatie van Maldegem (vroegere Ba)

Deze afzettingen komen enkel voor als erosieresten op de hoogste toppen van de heuvels in de Vlaamse Ardennen. Ze bestaan vooral uit klei met soms zandige tussenlaagjes.

### 3.2.2. Zennegroep (Midden-Eoceen)

#### 3.2.2.1. Formatie van Lede (vroegere Le)

Deze afzettingen zijn enkel als erosieresten bewaard op de toppen van de heuvels van de Vlaamse Ardennen. Ze zijn tamelijk uniform in samenstelling en bestaan uit grijsachtig meestal zeer kalkrijk en fossielhoudend fijn zand. Er komen enkele banken zandige kalksteen of kalkzandsteen in voor. De basis wordt gevormd door grove kwartskorrels, geremanieerde zandsteenfragmenten en fossielen.

### 3.2.3. Iepergroep (Onder-Eoceen)

#### 3.2.3.1. Formatie van Gent

##### 3.2.3.1.1. Lid van Vlierzele (vroegere Pld)

Deze laag bestaat uit een glaukoniethoudend, los, tamelijk fijn zand. Ze is nu eens homogeen, dan weer duidelijk gelaagd, soms met uitgesproken kruisgelaagdheid, arm aan fossielen, vaak met dunne lensjes van plastische klei, soms met zandsteenkonkreties.

##### 3.2.3.1.2. Lid van Pittem (vroegere Plc)

Deze laag is vrij heterogeen en bestaat uit kleiig zand, zandige klei en soms vrij zware klei. Ze bevat niveaus met min of meer verharde, zandige konkreties, die vaak met opaalcement aaneengekit zijn tot tamelijk dikke, nagenoeg continue zandsteenbanken ("veldsteen"), rijk aan diatomeeën. Dergelijke konkreties bevatten soms veel fossielen, die meestal alleen als afdrukken bewaard zijn.



### 3.3. Afschuiving

Afschuiving is een belangrijk, veel voorkomend verschijnsel in de Vlaamse Ardennen.

In natte periodes, wanneer het Lid van Vlierzele verzadigd raakt aan water kan de laag of een deel van de laag, samen met de bovenliggende kwartaire leemlaag naar beneden schuiven. Het onderliggende kleiige Lid van Pittem levert het glijvlak. Door dit verschijnsel kan een bronniveau op een andere plaats ontstaan. Aldus ontstane bronnen zijn soms zeer kwetsbaar aangezien ze niet beschermd zijn door een slecht doorlatende afdekkende laag.

#### 4. HYDROGEOLOGIE VAN DE BRONNEN

##### 4.1. Algemeen

Het insijpelend neerslagwater verdeelt zich ondergronds. Bovenaan heeft men de onverzadigde zone, waar de poriën gedeeltelijk met water en gedeeltelijk met lucht zijn gevuld. Daaronder heeft men de verzadigde zone waar alle poriën met water zijn gevuld. De grens tussen de onverzadigde en de verzadigde zone noemt men de grondwatertafel. Deze grondwatertafel volgt verzwakt de topografie. Wanneer de grondwatertafel aangesneden wordt door het topografisch oppervlak ontstaat er een bron. Het uitvloeïingsniveau bevindt zich op de grens van een doorlatende met een slecht doorlatende laag. De slecht doorlatende laag noemt men de stuwlaag.

In het meest eenvoudige geval is enkel de zwaartekracht verantwoordelijk voor de uitvloeï van het water. Dit is het geval op de noordelijke flanken van de heuvels van de Vlaamse Ardennen wegens de helling van de tertiaire lagen naar het NNE. Op de zuidelijke flanken bestaat er echter een tweede soort bronnen. Door de helling van de lagen naar het NNE moet het water hier over een hindernis, waarbij een evenwicht gezocht wordt tussen de overdruk en de uitvloeï. Deze bronnen kunnen in droge perioden gemakkelijk droogvallen. Dit wil dus niet zeggen dat de watervoerende laag leeg is, dit is enkel het geval als ook de noordelijke bronnen droogvallen. In het eerste geval spreken we van vrijvloeiende bronnen, in het tweede geval van overloopbronnen.

Soms spreekt men van moerasbronnen of uitsijpelingsbronnen. Deze ontstaan wanneer de watervoerende laag en de stuwlaag door een halfdoorlatende laag, bijvoorbeeld leem bedekt is. De leemlaag raakt verzadigd aan water en er ontstaat een

moerassig terrein.

#### 4.2. Brongebied Volkegem-Mater

De jongste en bovenste tertiaire afzettingen behoren hier tot de Formatie van Lede. Ze rusten op het Lid van Vlierzele. Op de grens tussen beide afzettingen ontstaat een eerste bronniveau. Waarschijnlijk doet een kalkzandsteenbank aan de basis van de Formatie van Lede hier dienst als stuwlaag.

Een tweede en veel belangrijker bronniveau ontstaat op de grens tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem. Hier vormt het kleiige Lid van Pittem de stuwlaag.

De tertiaire lagen zijn bijna overal bedekt door een kwartaire leemlaag. Deze leemlaag biedt een zekere bescherming aan de onderliggende watervoerende laag, enerzijds doordat de doorlatendheid van leem veel kleiner is dan die van zand (watervoerende laag) zodat een mogelijke verontreiniging door een leemlaag sterk wordt vertraagd en anderzijds doordat de leem grotere adsorptie en/of ionenuitwisselingseigenschappen heeft waardoor bepaalde stoffen in de leemlaag kunnen worden vastgehouden. Boven op het plateau kan deze leemlaag vrij dik zijn (> 5 m). Op de flanken echter kan deze leemlaag zeer dun worden en soms zelf ontbreken. Het is juist op deze flanken dat de meeste bronnen ontspringen.

#### 4.3. Brongebied Nukerke - Etikhove

Hier bevindt zich slechts één bronniveau; de Formatie van Lede komt er niet voor. Het bronniveau ligt op de grens tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem.

De kwartaire, beschermende leemlaag is er over het algemeen vrij dun en bereikt slechts plaatselijk 5 m dikte.

#### 4.4. Brongebied Zulzeke

De jongste en bovenste tertiaire afzettingen behoren hier tot de Formatie van Maldegem. Deze bijna uitsluitend kleiige laag biedt een bijkomende bescherming onder de kwartaire leem. Op de hogere gedeelten van dit brongebied, waar de Formatie van Maldegem voorkomt, is de kans op verontreiniging van het grondwater vrij klein.

Een bronniveau op de grens tussen de Formatie van Lede en het Lid van Vlierzele werd hier niet opgemerkt.

Het enige bronniveau bevindt zich dus op de grens tussen het Lid van Vlierzele en het Lid van Pittem.

De kwartaire, beschermende leemlaag is er over het algemeen vrij dun (< 5 m).

## 5. BESCHERMINGSZONES

### 5.1. Inleiding

Waterwingebieden en beschermingszones van grondwaterwinningen zijn gedefinieerd en vastgelegd door het Besluit van de Vlaamse Executieve van 27 maart 1985.

Ze behoren echter enkel tot grondwaterwinningen van categorie C d.w.z. grondwaterwinningen bestemd voor de openbare drinkwatervoorziening.

Hun afbakening wordt :

- voor het waterwingebied begrensd door de lijn die op maximum 20 m afstand ligt van de buitengrenzen van de kunstwerken en inrichtingen, bestemd voor het winnen en verzamelen van grondwater :

- voor de beschermingszones :

type I : gevormd door het geheel der punten vanwaar het water de putten, opvangplaatsen, enz. ... van het waterwingebied kan bereiken na een tijd die kleiner is dan 24 uren met als minimale buitengrens voor deze zone, de grens van het waterwingebied.

type II: gevormd door het geheel der punten vanwaar het water de putten, opvangplaatsen, enz. ... van het waterwingebied kan bereiken na een tijd van minder dan zestig dagen, met als buitenste maximale grens een lijn, gelegen op 150 m voor artesische grondwaterwinningen en 300 m voor alle andere, men noemt dit ook de "bacteriologische zone".

type III: gevormd door het geheel der punten van het voedingsgebied van de grondwaterwinning, met voor freatische waterlagen als een buitenste grens, een lijn gelegen op maximum 2000 m van de grens van het waterwingebied.

Voor de bepaling van de tijd die het grondwater nodig heeft om de winplaats te bereiken, wordt geen rekening gehouden, met de tijd, die het water nodig heeft om in een oppervlaktelaag van 0,60 m dikte door te dringen in groengebieden, agrarische gebieden en bosgebieden en van 3 m in woon- en industriezones en ambachtelijke zones.

Gelet op de definities is de afbakening van een waterwingebied eenvoudig. Voor beschermingszones moeten echter afstanden berekend worden die overeenstemmen met verblijftijden (tijd dat een waterdeeltje nodig heeft om zich over een welbepaalde afstand te verplaatsen). Dit vergt een aantal parameters die specifiek zijn voor één bepaalde winning en die meestal niet gekend zijn.

## 5.2. Afbakening van het waterwingebied en de beschermingszones van de onderzochte bronnen

Naar analogie met het hogervermeld besluit zijn voor de onderzochte bronnen waterwingebieden en beschermingszones afgebakend. Voor het waterwingebied is telkens een zone weerhouden die zich tot 20 meter stroomopwaarts van de bron uitstrekt. De beschermingszones worden berekend volgens Hofmann en Lillich. Deze methode is eenvoudig, vergt een minimaal aantal gegevens en houdt rekening met de verblijftijd. Ze steunt op de vergelijking :

$$v = \frac{k \cdot i}{n_{eff}} \quad (1)$$

waarbij :

$v$  = de effectieve snelheid (L/T)

$k$  = de doorlatendheid (L/T)

$i$  = het hydraulisch verhang (L/L)

$n_{eff}$  = de effectieve porositeit ( $L^3/L^3$ ).

De waarde van  $k$  wordt ingeschat als zijnde 5 m/d of  $5,8 \cdot 10^{-5}$  m/s voor de zandige paniseliaanafzettingen en van 3 m/d of  $3,5 \cdot 10^{-5}$  m/s voor de zandige Lediaanafzettingen. Voor deze

afzettingen die de reservoirgesteenten vormen is dit een realistische waarde. Voor de effectieve porositeit wordt een waarde van 38% aangenomen. Deze waarde is algemeen aanvaard voor zandige afzettingen. Een precieze bepaling van deze parameter vergt omslachtige en dure terreinproeven.

Als hydraulisch verhang  $i$  neemt men de helling stroomopwaarts van de bron; deze wordt bepaald op de topografische kaart van het N.G.I. op schaal 1/10.000. De aldus bekomen waarde is groter dan het werkelijke verhang hetgeen een bijkomende bescherming betekent.

De afstanden, die overeenstemmen met een verblijftijd van 1 dag (beschermingszone type I) en 60 dagen (beschermingszone type II), kunnen onmiddellijk uit formule 1 worden berekend.

Hierbij wordt geen rekening gehouden met de tijd die het water nodig heeft om in de oppervlaktelaag door te dringen. Uit 3.1. blijkt dat de watervoerende laag in het brongebied Volkegem-Mater bedekt is door een leemlaag van wisselende dikte, hetgeen op zijn beurt een bijkomende bescherming betekent.

Het voedingsgebied (= beschermingszone type III) voor individuele bronnen kan afgelijnd worden steunend op de topografische kaart van het NGI op schaal 1/10.000, eventueel vergroot tot op schaal 1/5000. Hierbij wordt gesteund op het hoogtelijnenpatroon.

De aldus afgelijnde zones voor de onderzochte bronnen zijn aangegeven op de figuren 8 tot en met 12. In tabel 3 is de oppervlakte van elke beschermingszone voor de onderzochte bronnen aangegeven. Voor alle bronnen van de brongebieden Volkegem-Mater, Nukerke-Etikhove en Zulzeke wordt het voedingsgebied aangeduid op de figuren 13, 14 en 15. Deze voedingsgebieden omvatten onder andere alle beschermingszones type III van alle bronnen van bovengenoemde brongebieden.



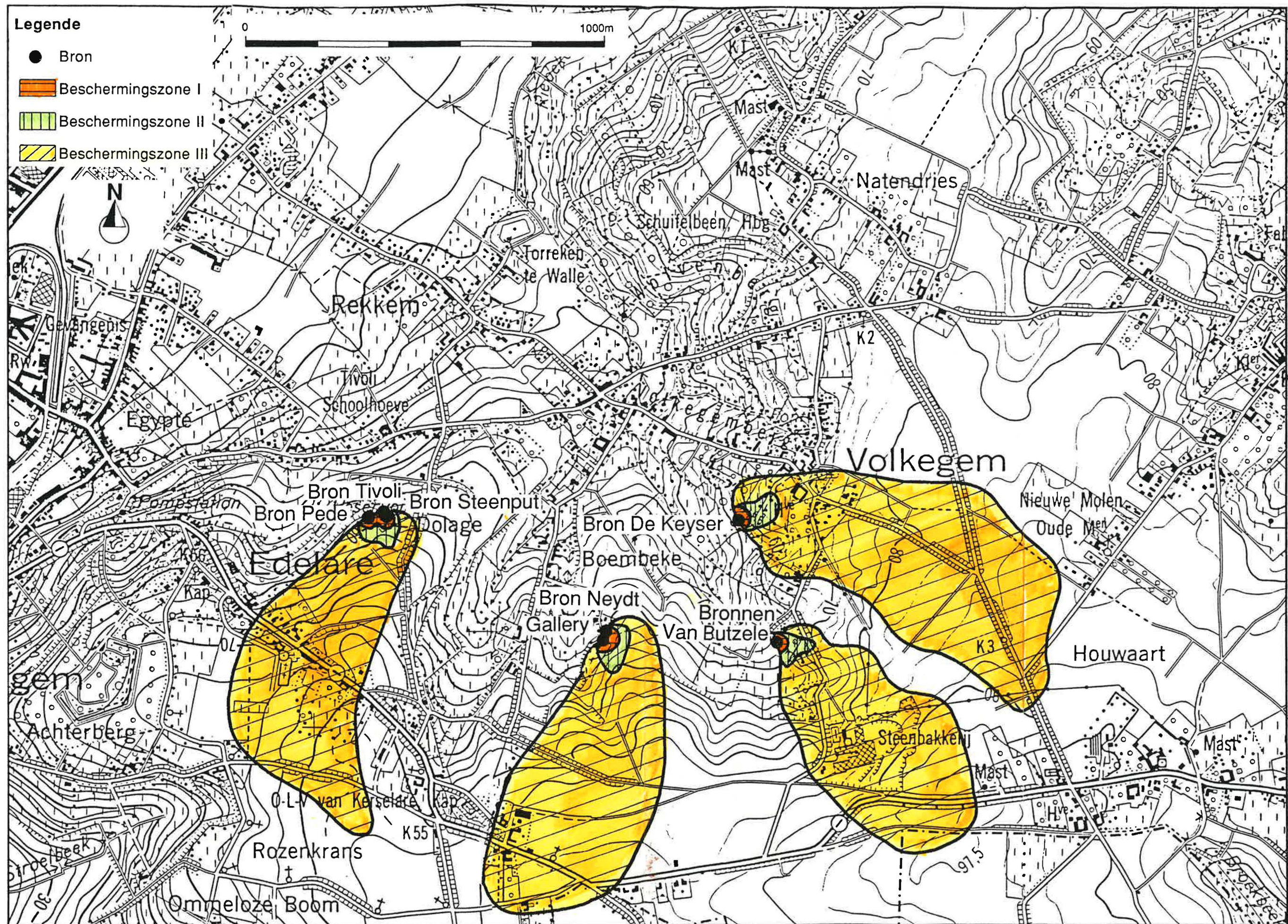


Fig. 8 - Beschermingszones voor de bronnen van de Stad Oudenaarde.



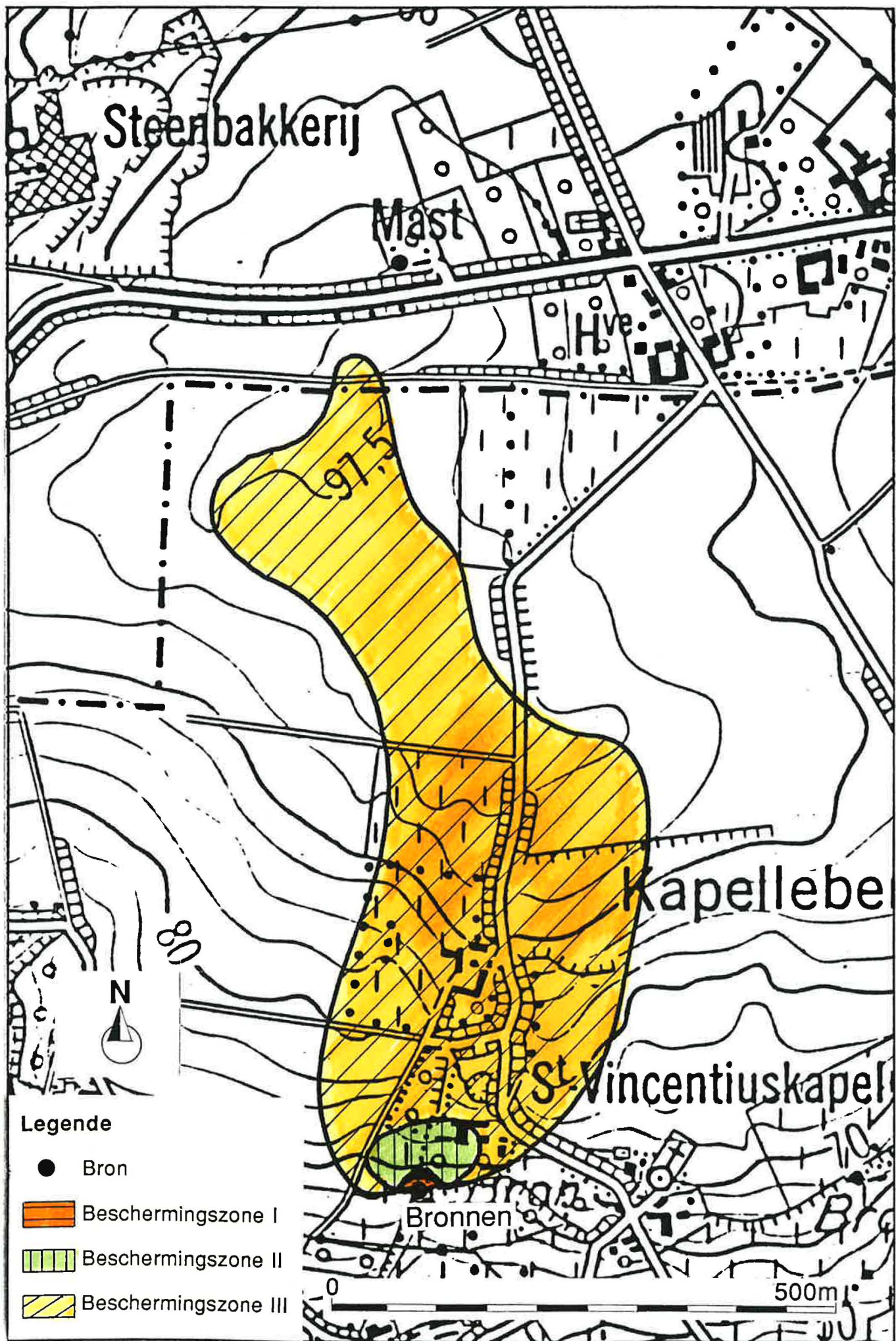
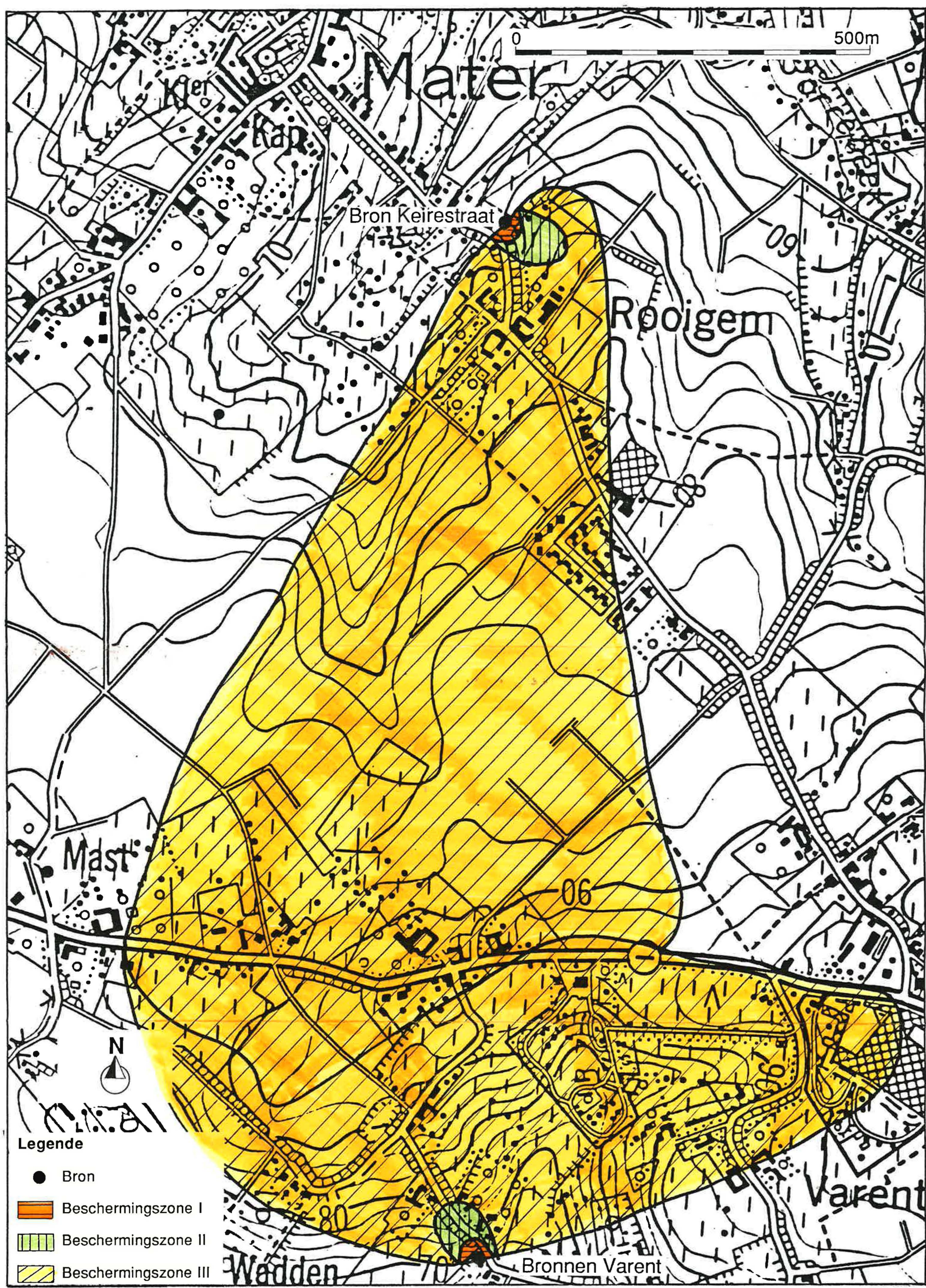


Fig. 9 - Bescherminingszones voor de bronnen van de BVBA Fontana.







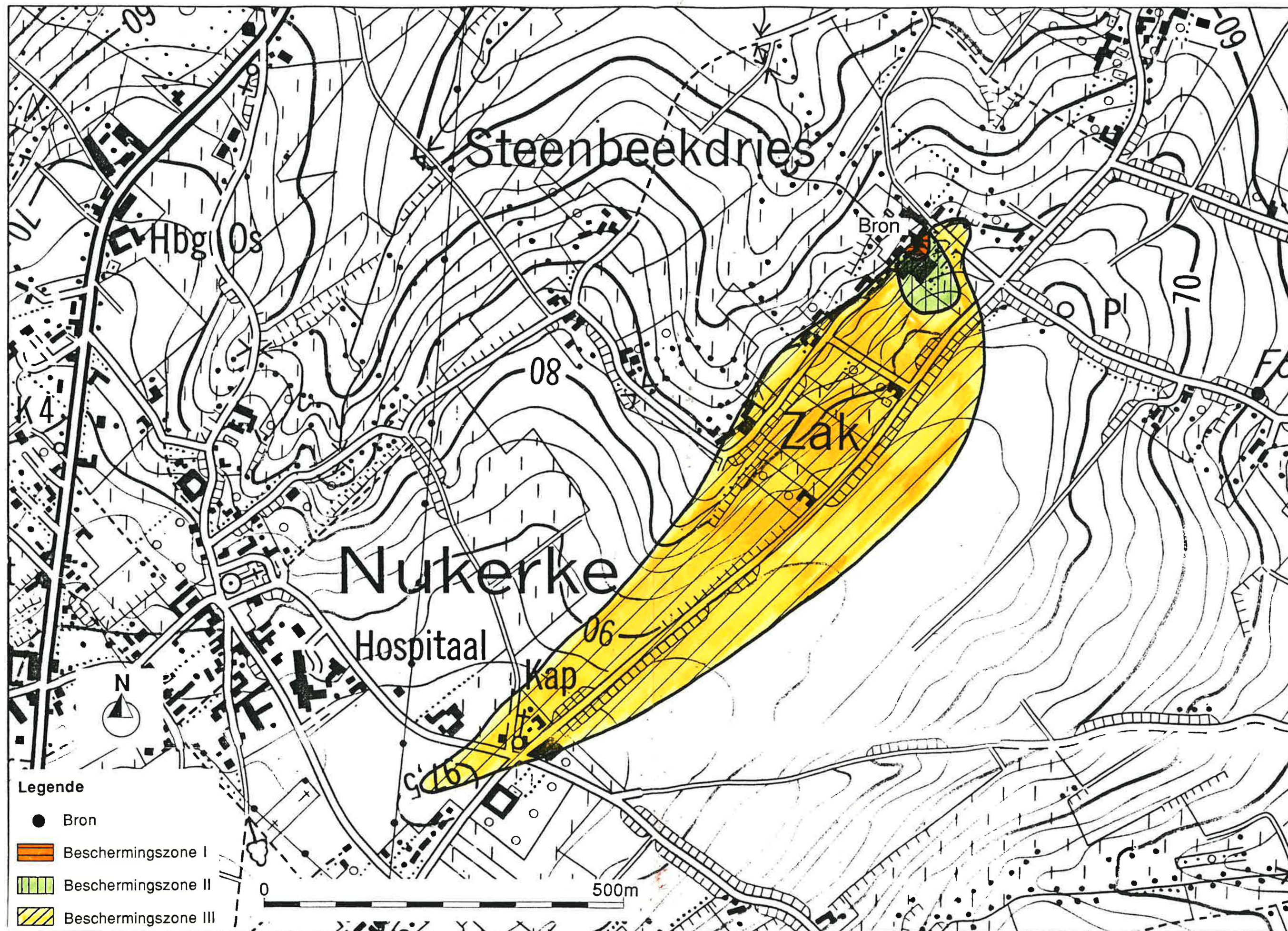


Fig. 11 - Beschermingszones voor de bron van de BVBA Straalbronnen.



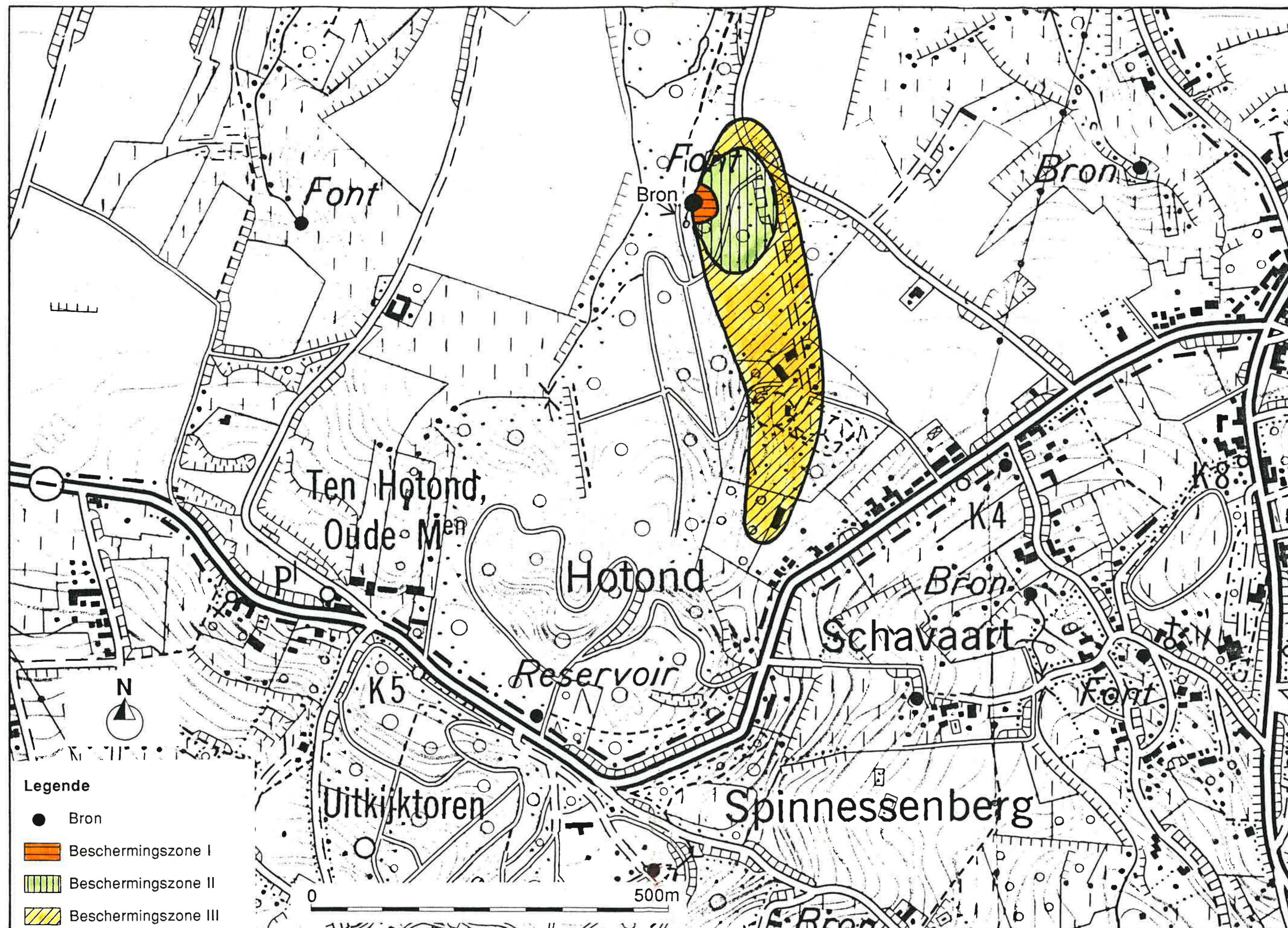


Fig. 12 - Beschermingszones voor de bron van de BVBA Brouwerij Clarysse. (Colinabron)



Tabel 3. Oppervlakte van de beschermingszones voor de onderzochte bronnen

Bron	Oppervlakte waterwingebied + Beschermingszone type I		Oppervlakte waterwingebied + Beschermingszone type II		Oppervlakte waterwingebied + Beschermingszone type III	
	m <sup>2</sup>	are	m <sup>2</sup>	are	m <sup>2</sup>	hectare
- Bronnen Stad Oudenaarde + Bronnen Pede, Tivoli en Steenpunt	2.704	27,04	8.000	80,00	247.472	24,7472
+ Bronnen Neydt en Gallerij	2.674	26,74	8.089	80,89	262.651	26,2651
+ Bronnen Van Butzele	1.175	11,75	5.382	53,82	219.912	21,9912
+ Bron De Keyser	1.722	17,22	7.684	76,84	336.485	33,6485
- Bronnen B.V.B.A. Fontana	611	6,11	5.528	55,28	168.223	16,8223
- Bronnen N.V. Brouwerij Roman						
+ Bron Keirestraat	892	8,92	5.153	51,53	557.323	55,7323
+ Bronnen Varent	854	8,54	5.414	54,14	293.813	29,3813
- Bron B.V.B.A. Straalbronnen	732	7,32	6.270	62,70	188.021	18,8021
- Bron B.V.B.A. Brouwerij Clarysse (Colinabron)	1.063	10,63	14.719	147,19	62.926	6,2926



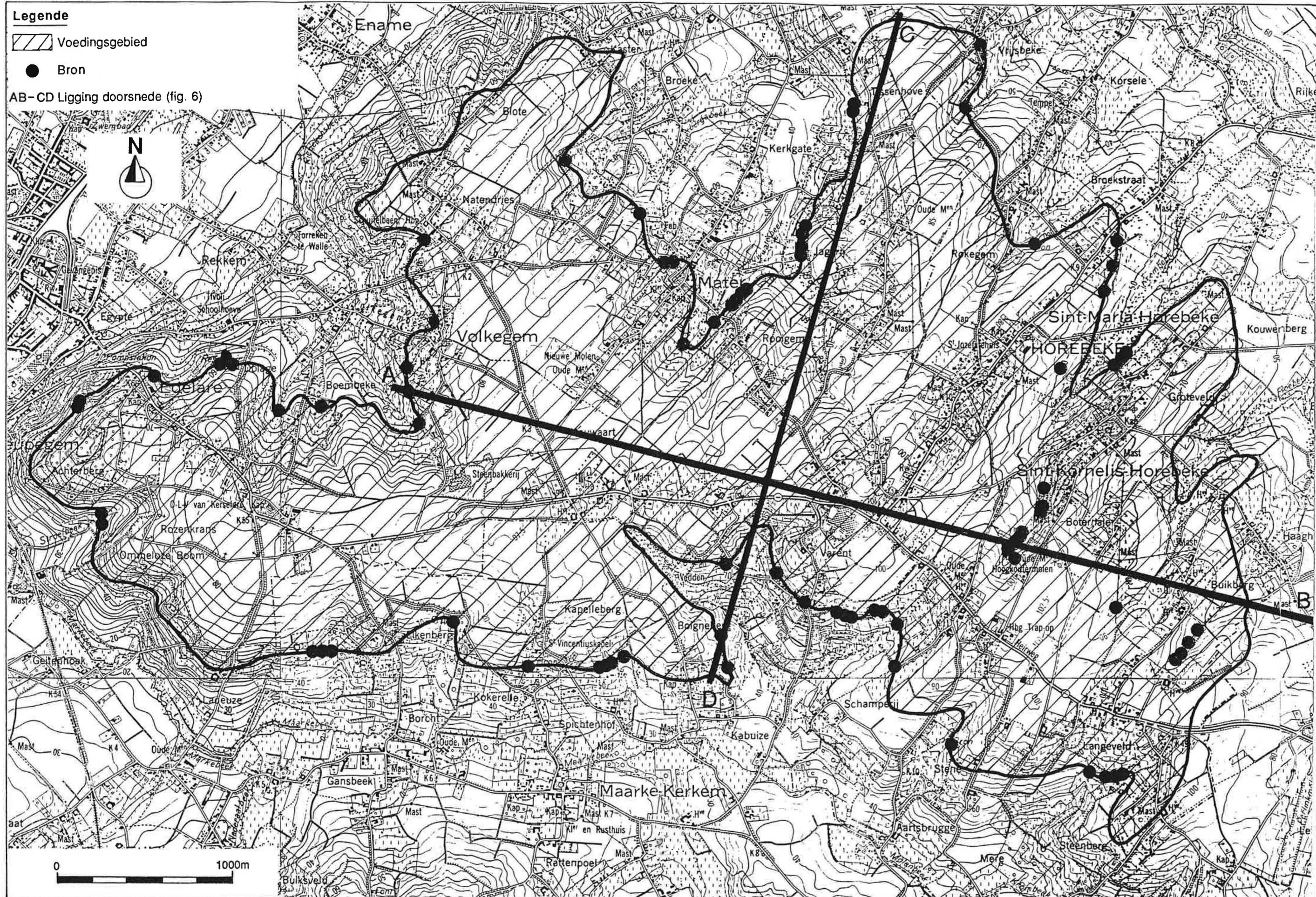


Fig. 13 - Voedingsgebied voor het brongebied Volkegem-Mater



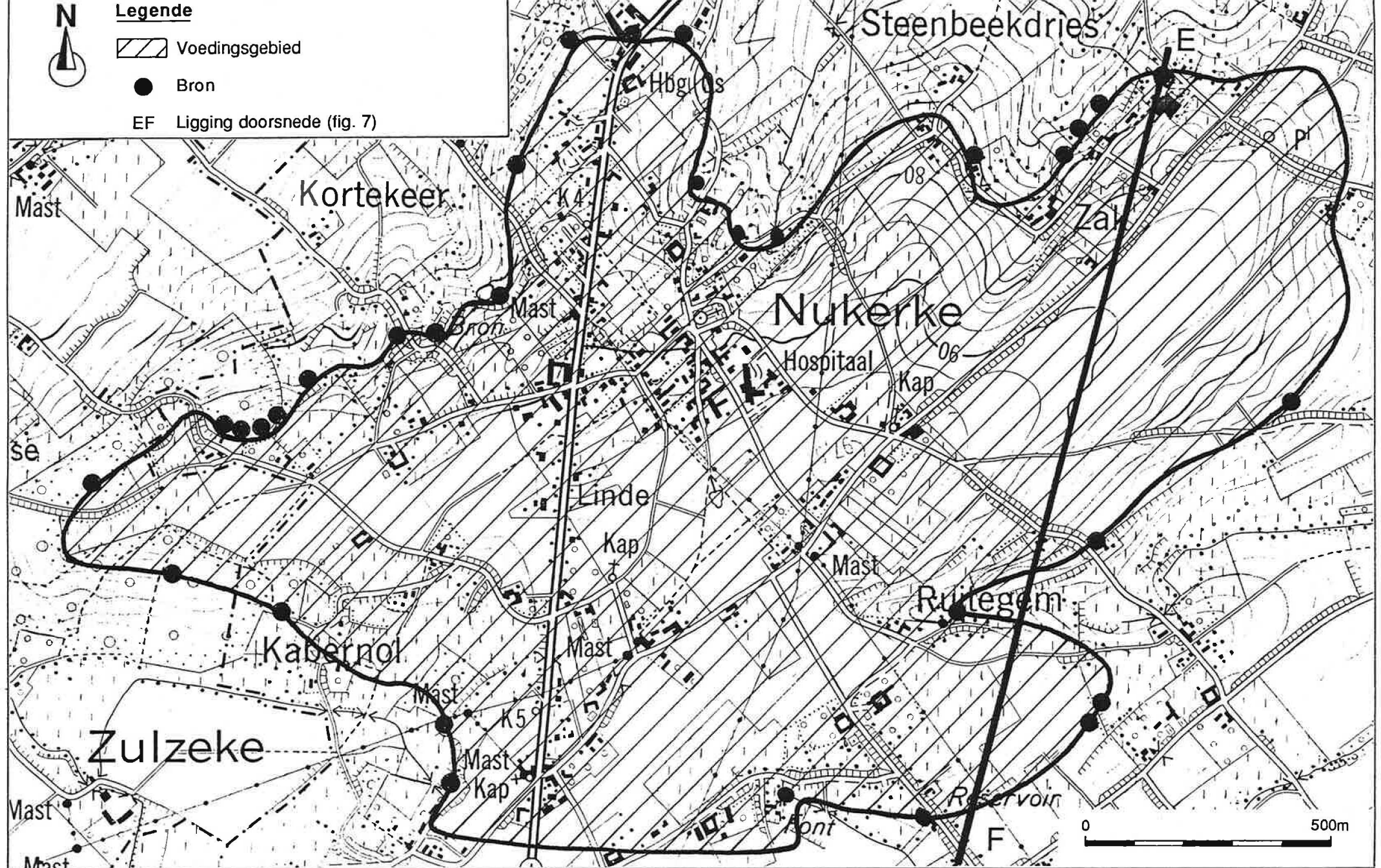


Fig. 14 - Voedingsgebied voor het brongebied Nukerke-Etikhove

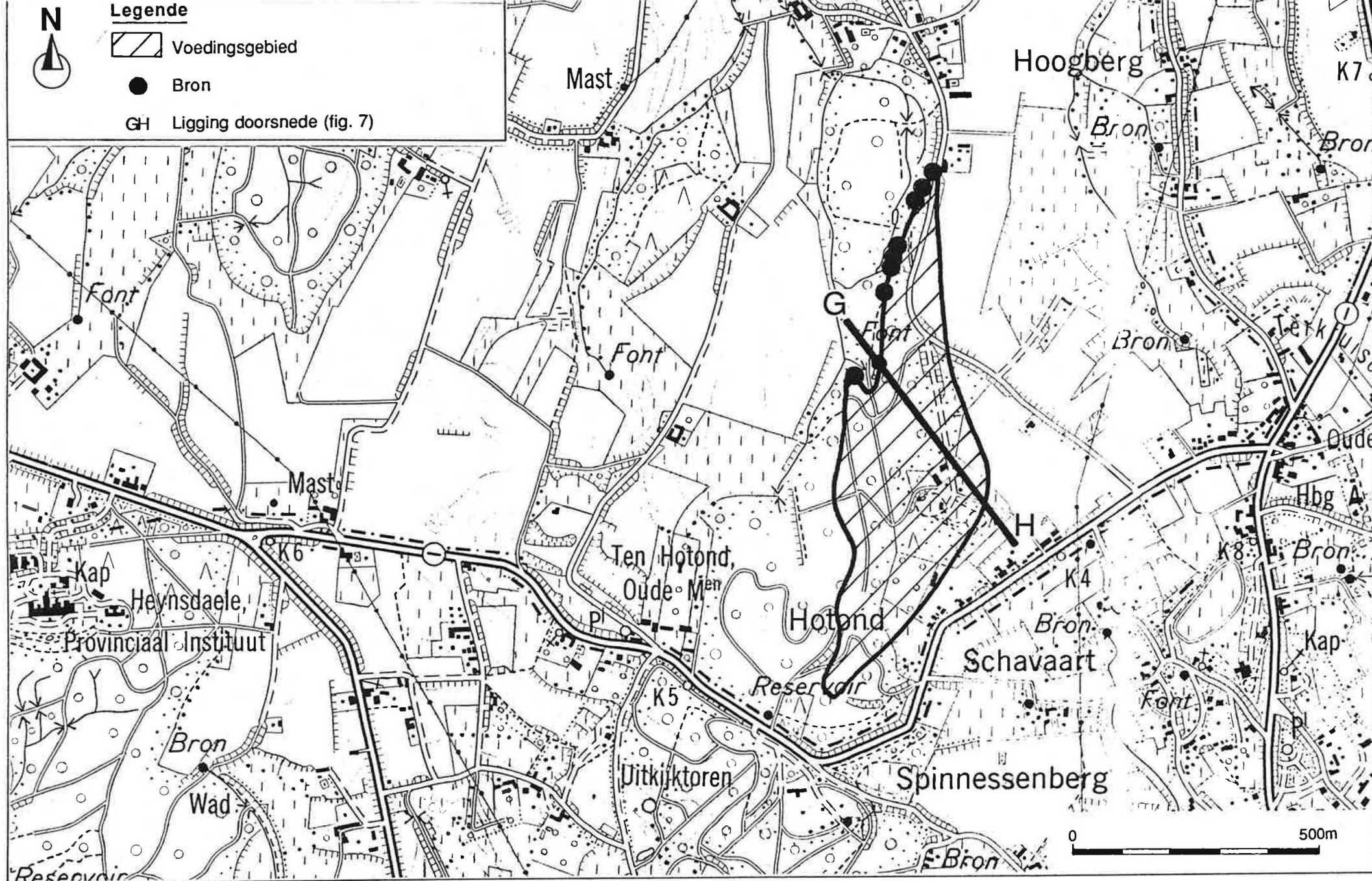


Fig. 15 - Voedingsgebied voor het brongebied Zulzeke



Gelet op de wijze van afbakening waarbij de invoergegevens voor de berekeningen geschatte waarde zijn dient men voor ogen te houden dat de aflijning benaderend is. De meest nauwkeurige bepaling van beschermingszones noodzaakt het opmaken van een grondwaterstromingsmodel dat geijkt is op reële hydraulische parameters en lagenbouw. Dit vergt echter uitgebreide, langdurige en nauwgezette terreinwerkzaamheden.

### 5.3. De kwetsbaarheidskaart van de brongebieden

Op de kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Oost-Vlaanderen op 1:100.000 (W. DE BREUCK et al, 1987) (fig. 16) wordt het brongebied Volkegem-Mater beschreven als matig kwetsbaar en aangeduid met een index Cb. Hiermee wordt bedoeld dat de watervoerende laag bestaat uit zand met een lemige deklaag.

De brongebieden Nukerke-Etikhove en Zulzeke worden aangeduid als zeer kwetsbaar met een index Ca. Hiermee wordt bedoeld dat de watervoerende laag bestaat uit zand, dat de lemige deklaag minder dan 5 m dik is en dat de onverzadigde zone maximum 10 m dik is.

Voor het brongebied Volkegem-Mater blijkt uit recente informatie dat de dikte van de beschermende leemlaag op vele plaatsen niet voldoet aan de voorwaarden (zoals opgelegd in de kwetsbaarheidskaarten) opdat de freatische watervoerende laag als matig kwetsbaar zou mogen gedefinieerd worden. Dit is niet enkel te wijten aan de natuurlijke uitbreiding en dikte van de leemlaag maar ook aan de bestemming volgens het vigerende gewestplan. In het brongebied komt namelijk een ontginningsgebied en een uitbreiding van ontginningsgebied voor; de leem, die een gegeerde grondstof voor de keramische nijverheid is, wordt er ontgonnen.

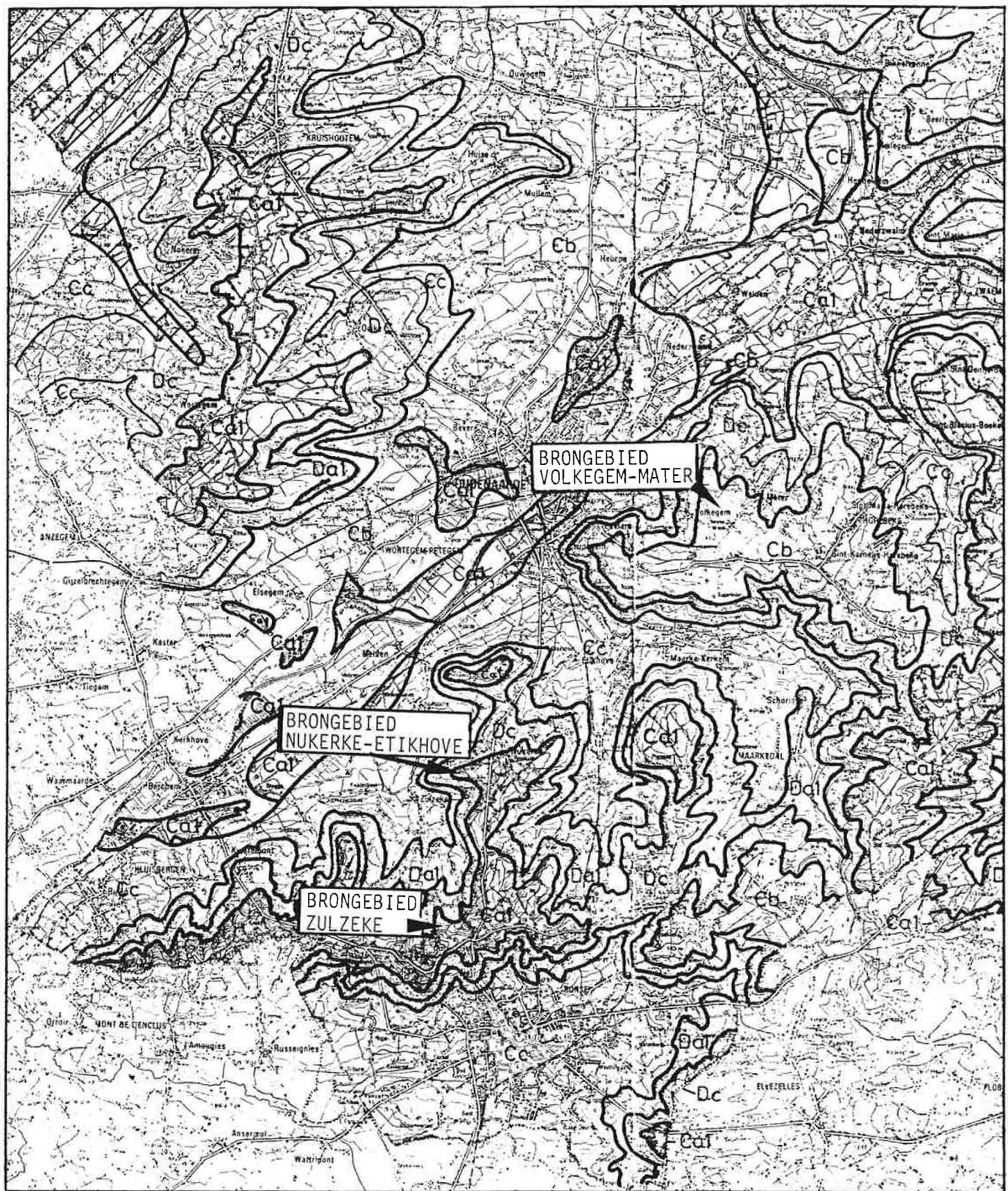


Fig. 16 - Uittreksel uit de kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Oost-Vlaanderen. (W. De Breuck et al, 1987)

#### 5.4. Voorstellen voor beperkingen binnen de beschermingszones

Op grond van het Besluit van de Vlaamse Executieve houdende reglementering van de handelingen binnen de waterwingebieden en de beschermingszones van 27 maart 1985 (Belgisch Staatsblad, 20.07.1985) kan men de volgende reglementering binnen de beschermingszones voorstellen.

##### 5.4.1. Waterwingebied en beschermingszone type I

In het waterwingebied en de beschermingszone type I zijn uitsluitend volgende handelingen toegelaten :

- a. handelingen die noodzakelijk zijn voor de winning en bewerking van bronwater
- b. de handelingen die de bescherming van het bronwater tot doel hebben
- c. de handelingen die de kwaliteit van het bronwater niet kunnen verontreinigen op voorwaarde dat het geen handelingen betreft, verboden overeenkomstig punt 5.4.2.

##### 5.4.2. Beschermingszone type II (Bacteriologische beschermingszone)

In deze beschermingszone zijn de volgende handelingen verboden :

- a. Het direkt of indirekt lozen, deponeren, opslaan op of in de bodem uitstrooien en het vervoeren van volgende stoffen:
  1. Organische halogeenverbindingen en stoffen waaruit in water dergelijke verbindingen kunnen ontstaan
  2. Organische fosforverbindingen
  3. Organische tinverbindingen
  4. Stoffen die in of via het water een kankerverwekkende, mutagene of teratogene werking hebben
  5. Kwik en kwikverbindingen
  6. Cadmium en cadmiumverbindingen



7. Minerale oliën en koolwaterstoffen
8. Cyaniden
9. De volgende metalloïden en metalen alsmede verbindingen daarvan : zink, koper, nikkel, chroom, lood, selenium, arsenicum, antimoon, molybdeen, titaan, tin, boor, beryllium, barium, uranium, vanadium, kobalt, thallium, tellurium, zilver
10. Biociden en derivaten daarvan
11. Stoffen met een schadelijke werking op de smaak en/of geur van het bronwater, alsmede verbindingen waaruit dergelijke stoffen in het grondwater kunnen ontstaan en die het water ongeschikt voor menselijke consumptie kunnen maken.
12. Organische siliciumverbindingen die toxisch of persistent zijn en stoffen waaruit dergelijke verbindingen kunnen ontstaan, met uitzondering van die welke biologisch onschadelijk zijn of die in water snel worden omgezet in onschadelijke stoffen.
13. Anorganische fosforverbindingen en elementair fosfor.
14. Fluoriden, chloriden
15. Ammoniak, nitrieten en nitraten uitgezonderd indien :
  - bedoelde stoffen slechts in zulke een geringe hoeveelheid en concentratie deze stoffen bevat, dat elk gevaar voor een verontreiniging van het bronwater nu of in de toekomst is uitgesloten. De Vlaamse Executieve kan voor elke stof deze hoeveelheid en concentratie vaststellen.
  - bedoelde stoffen nodig zijn voor de winning en bewerking van bronwater.
  - het de opslag van koolwaterstoffen betreft, voor zover de opslagtank zich bevindt in een waterdichte kelder of opvanglade, met een inhoud minstens gelijk aan de inhoud van de opslagtank.
  - bedoelde stoffen nodig zijn voor een normale bemesting van landbouwgronden, voor zover men zich houdt aan de bepalingen van het mestdecreet.
  - bedoelde stoffen door de bevoegde overheid erkend zijn

voor gebruik in de land- en tuinbouw en ze worden toegepast volgens de opgelegde gebruiksaanwijzingen en in de toegelaten hoeveelheden.

- b. het besproeien en bevloeien met afvalwater
- c. het inrichten van stortplaatsen
- d. het oprichten van begraafplaatsen
- e. het installeren van rioolwaterzuiveringsstations of installaties voor verwerking van afval
- f. Boringen, ontgrondingen, graafwerken van meer dan 2,50 m onder het maaiveld, uitgezonderd peilputten
- g. de opslag van drijfmest in ondergrondse of bovengrondse opslagruimten
- h. het gebruik van sleuf- en grondsilo's
- i. het aanleggen van mestvaalten
- j. het aanleggen van leidingen met een minimum lengte van 100 m voor het transport van stoffen genoemd in punt a.

#### 5.4.3. Beschermingszone type III

Volgende handelingen zijn verboden :

- a. het inrichten van stortplaatsen
  - b. het direkt of indirekt lozen, uitstrooien, deponeren, opslaan op of in de bodem, het vervoeren van volgende stoffen :
    - 1. Organische halogeenvverbindingen en stoffen waaruit in water dergelijke verbindingen kunnen ontstaan
    - 2. Organische fosforverbindingen
    - 3. Organische tinverbindingen
    - 4. Stoffen die in of via het water een kankerverwekkende, mutagene of teratogene werking hebben
    - 5. Kwik en kwikverbindingen
    - 6. Cadmium en cadmiumverbindingen
    - 7. Minerale oliën en koolwaterstoffen
    - 8. Cyaniden
- uitgezonderd indien :
- bedoelde stoffen slechts in zulk een geringe hoeveelheid

en concentratie deze stoffen bevatten, dat elk gevaar voor een verontreiniging van het bronwater nu of in de toekomst is uitgesloten. De Vlaamse Executieve kan voor elke stof deze hoeveelheid en concentratie vaststellen.

- bedoelde stoffen nodig zijn voor de produktie van drinkwater
- het de opslag van koolwaterstoffen betreft, voor zover de opslagtank zich bevindt in een waterdichte kelder of opvanglade, met een inhoud minstens gelijk aan de inhoud van de opslagtank
- bedoelde stoffen door de beoogde overheid erkend zijn voor gebruik in de land- en tuinbouw en voor zover ze worden toegepast volgens de opgelegde gebruiksaanwijzingen en in de toegelaten hoeveelheden.

Onverminderd de bepalingen in punt a. en b. is in deze beschermingszone een voorafgaande vergunning nodig voor de handelingen beschreven in punt 5.4.2.



## 6. SAMENVATTEND BESLUIT

In deze studie werd een beschrijving gegeven van de onderzochte bronnen van de stad Oudenaarde, de frisdrankbedrijven B.V.B.A. Fontana en B.V.B.A. Straalbronnen en de brouwerijen N.V. Brouwerij Roman en B.V.B.A. Brouwerij Clarysse met aanduiding van de ligging. Steunend op de beschikbare gegevens werd de geologie ter plaatse van de bronnen besproken; dit werd verduidelijkt met een aantal doorsneden. Vervolgens werden een aantal hydrogeologische termen gedefinieerd, waarna de hydrogeologie van elk brongebied afzonderlijk besproken werd. Op basis van de huidige wetgeving die enkel betrekking heeft op winningen van categorie C werden dan beschermingszones berekend. Gezien de lacune in de wetgeving met betrekking tot bronwaterwinningen s.s. en gezien hun economisch en ekologisch belang werd een voorstel gedaan voor het afbakenen van beschermingszones.

De beschermingszones zoals voorgesteld steunen op theoretische formules met geschatte hydraulische parameters. Er wordt geen rekening gehouden met de onverzadigde zone. In de huidige omstandigheden kan men de beschermingszones alleen benaderend afbakenen. Gelet namelijk op het feit dat de complexe bouw van het grondwaterreservoir qua litologische aard, qua uitbreiding en qua hydraulische parameters onvoldoende gekend zijn kan het grondwaterstromingspatroon in het voedingsgebied niet gerekonstrueerd worden. Het gevolg hiervan is dat noch de richting, noch de snelheid van verplaatsing van een eventuele verontreiniging nauwkeurig kunnen bepaald worden. Verder zijn ook het gedrag en de verspreiding van verontreinigende stoffen in bodem en grondwater niet voldoende gekend.

Tevens kan algemeen opgemerkt worden dat de grenzen van beschermingszones, vooral in het geval van bronwaterwinningen zoals voorkomend in de Vlaamse Ardennen, kunnen wijzigen in de tijd. Niet enkel antropogene ingrepen spelen hierbij een rol, maar ook de meteorologische factoren.

Op grond van de huidige wetgeving worden voorstellen geformuleerd om bepaalde handelingen binnen de beschermingszones te reglementeren.

Bij het afbakenen van de beschermingszones kan men gebruik maken van een mathematisch driedimensioneel model van het voedingsgebied; dit vergt echter eveneens de nauwkeurige kennis van de reële hydrogeologische toestand en de hierboven genoemde parameters, hetgeen op zijn beurt veel en langdurige terreinwerkzaamheden vereist. Het model laat dan wel toe alle antropogene ingrepen, die een invloed kunnen hebben op de bronnen, na te bootsen.

## REFERENTIES

- Belgische Geologische Dienst, Archief kaarbladen 29/4, 29/8, 30/1
- Belgisch Staatsblad (20.07.1985). Besluit van de Vlaamse Executieve houdende reglementering en vergunning van het gebruik van grondwater en de afbakening van waterwingebieden en beschermingszones. Besluit van de Vlaamse Executieve houdende reglementering van de handelingen binnen de waterwingebieden en de beschermingszones.
- Cnudde J.P., De Breuck W., De Smet D. (1991). Hydrogeologische studie betreffende de bronwaterwinning van de Stad Oudenaarde, 16 blz., Gent : RUG - LTGH rapport TGO 91028
- De Breuck W., Van Dyck E., Steyaert M. (1987). Kwetsbaarheidskaart van het grondwater in Oost-Vlaanderen, 31 blz. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap in samenwerking met de R.U.G.-Geologisch Instituut
- De Smedt F. (1983). Nota over de bepaling van invloedszones en de verlaging van het waterpeil rond grondwaterwinningen, 4 blz. V.U.B. - Interne Nota.
- De Smet D. (1989). Hydrogeologie van brongebieden in de streek van Oudenaarde, 91 blz. + kaarten. Gent : RUG-LTGH licentiaatsverhandeling
- Maréchal R., Laga P. (1988). Voorstel lithostratigrafische indeling van het Paleogeen, 207 blz. Nationale commissie voor stratigrafie, commissie : Tertiair.
- Stiny J. (1933). Die Quellen, 255 blz. Wien, Verslag von Julius Springer.